



REPÚBLICA DEL PARAGUAY

DIRECCIÓN NACIONAL DE AERONÁUTICA CIVIL

**CIRCULAR DE ASESORAMIENTO
DE CONFIABILIDAD**

CA AIR - 121/135 - 002

Esta edición fue aprobada por Resolución N° /2025

PRIMERA EDICIÓN - 2025



INDICE

1 PROPÓSITO	3
2 APLICABILIDAD	3
3 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	3
4 ANTECEDENTES	4
5 REGULACIONES RELACIONADAS	5
6 OTRAS REFERENCIAS	5
7 MATERIA	5
7.1 GENERAL	5
7.2 OBJETIVOS	7
7.3 PROCESOS PRIMARIOS DE MANTENIMIENTO	7
7.4 DOCUMENTO PARA EL PROGRAMA DE CONFIABILIDAD	8
7.4.1 APROBACIÓN DEL PROGRAMA	9
7.5 SISTEMAS DE CONTROL DE CONFIABILIDAD	9
7.5.1 ADMINISTRACIÓN DEL PROGRAMA DE CONFIABILIDAD	9
7.5.2 SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	10
7.5.3 SISTEMAS ESTÁNDARES DE RENDIMIENTO	11
7.5.4 SISTEMA DE ANÁLISIS DE DATOS	13
7.5.5 SISTEMA DE REPORTE Y VISUALIZACIÓN DE DATOS	14
7.5.6 SISTEMA DE ACCIÓN CORRECTIVA	17
7.5.7 SISTEMA DE INTERVALOS DE MANTENIMIENTO Y CAMBIO DE PROCESOS	18
7.5.8 SISTEMA DE REVISIÓN DEL PROGRAMA	19
7.5.9 PROGRAMAS DE CONFIABILIDAD CONTRATADO	20

	“PROGRAMA DE CONFIABILIDAD”	CA AIR - 121/135 - 002
		Versión: 01
		Página 3 de 20
		Fecha: XX/XX/2025

CIRCULAR DE ASESORAMIENTO

ASUNTO: PROGRAMA DE CONFIABILIDAD

1 PROPÓSITO

Esta circular abarca la información y criterios contenidos en los DINAC R's, para el Control de Mantenimiento por Métodos de Confiabilidad. Se incluyen también procedimientos, recomendaciones y criterios para el proceso de monitoreo por condición. El Documento de Planeación del Programa de Mantenimiento de Aerolínea / fabricante - MSG-2, el cual establece los criterios para clasificar los procesos de mantenimiento, debe igualmente ser tenido en cuenta.

Su objetivo primario es proporcionar una guía para el desarrollo de programas utilizando técnicas de confiabilidad.

Esta CI se constituye como un procedimiento solamente informativo, pero da el método preferido por la DINAC para cumplir con lo estipulado en los reglamentos Aeronáuticos del Paraguay. Este no es el único método aceptable, pero la experiencia ha mostrado que si se sigue este método se cumplirá con lo exigido en la regulación. En ningún momento este procedimiento exime al solicitante de cumplir con las demás disposiciones vigentes y los requisitos de la Regulación Nacional, solicitados por otras dependencias de la DINAC.

2 APLICABILIDAD

Esta publicación proporciona información en la aplicación de métodos de control de confiabilidad como una parte integral de un programa aprobado de mantenimiento para operadores sujetos a las provisiones de las Regulaciones de acuerdo a los Reglamentos DINAC R's.

3 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

A menos que sea definido de otra forma en esta Circular Informativa, todas las palabras, frases, definiciones y abreviaturas tiene igual significado que aquellos usados en las DINAC R's. Adicionalmente las definiciones y abreviaturas listadas a continuación son aplicables a los procedimientos descritos en este documento.

CI: Circular Informativa

MIS: Resumen de Interrupción Mecánica (Mechanical Interruption Summary)

MRR: Reporte de Confiabilidad Mecánica (Mechanical Reability Report).

MPD: Documento para planeamiento de mantenimiento (Maintenance Planning Document).

MEL: Listado de Equipo Mínimo (Minimum Equipment List).

Nivel Inherente de Confiabilidad y Seguridad: Es aquel nivel sobre el que se concibió y se basó la construcción de la unidad y por lo tanto es inherente a su diseño. Este es el más alto nivel de confiabilidad y seguridad que puede ser esperado a partir de una unidad, sistema, o aeronave. Para lograr mayores niveles de confiabilidad generalmente se requiere modificación o re-diseño, por parte del Fabricante.

Aprobado por: Presidencia DINAC	Resolución XXX/2025	Fecha: XX/XX/2025
---------------------------------	---------------------	-------------------

	“PROGRAMA DE CONFIABILIDAD”	CA AIR - 121/135 - 002
		Versión: 01
		Página 4 de 20
		Fecha: XX/XX/2025

Elementos Significantes de Mantenimiento: Aquellos elementos de mantenimiento que son juzgados por el fabricante por ser relativamente los más importantes a partir de un punto de vista de seguridad o confiabilidad, o a partir de un punto de vista económico.

Elementos Estructurales Significantes: aquellas áreas locales de estructuras primarias las cuales son juzgadas por el fabricante a ser relativamente las más importantes a partir de un punto de vista de fatiga o vulnerabilidad a la corrosión o a partir de un punto de vista de efectos de falla.

Confiabilidad Operacional: la habilidad de realizar las funciones requeridas dentro de estándares operacionales aceptables por el período de tiempo especificado.

Detección de Falla Efectiva Incipiente: aquella acción de mantenimiento la cual detecta confiablemente fallas incipientes si ellas existen. Esto es, detecta la falla en el inicio en la unidad o sistema antes de que ese sistema falle. Por ejemplo, detección de grietas de alabes de turbina previa a la falla del alabe.

Datos reales y aplicables: aquellos datos sobre hardware operativo real, que es suficientemente similar al hardware en discusión a ser aplicable al diseño o programas de mantenimiento para el hardware actual.

Reducción en Resistencia a la Falla: la deterioración de niveles inherentes de confiabilidad (diseño). A medida que la resistencia a la falla se reduce, las fallas incrementan; resultando en una confiabilidad más baja. Si la reducción en la falla puede ser detectada, el mantenimiento puede ser realizado previo al punto donde la confiabilidad es adversamente afectada.

Función: las acciones características de unidades, sistemas y aeronaves.

Modos de Falla: formas en las cuales unidades, sistemas y aeronaves que al deteriorarse pueden ser consideradas como que han fallado.

Efectividad Potencial: capaz de ser incrementada o implementada en algún grado (acción de mantenimiento).

Monitoreo de Tripulación de Vuelo Rutinario: aquel monitoreo que es inherente a la operación normal de la aeronave. Por ejemplo, la lista de chequeo pre-vuelo, o la operación normal de la aeronave y sus componentes. No incluye el monitoreo de equipo "de reserva" que normalmente no es considerado como parte de un vuelo normal.

Efectos de Falla: la consecuencia de la falla.

4 ANTECEDENTES.

La primera generación de programas de mantenimiento de transportadores aéreos formales estaba basada en la creencia de que cada parte funcional de una aeronave de transporte necesitaba inspección de desensamblable periódico. Limitaciones de tiempo fueron establecidas para servicio, verificaciones e inspecciones, y toda la aeronave era periódicamente desensamblada, reparada totalmente, y reensamblada, en un esfuerzo por mantener el mayor nivel de seguridad. Este fue el origen del primer proceso primario de mantenimiento discutido en esta publicación y designado como “Hard-Time.”

Aprobado por: Presidencia DINAC	Resolución XXX/2025	Fecha: XX/XX/2025
---------------------------------	---------------------	-------------------

	“PROGRAMA DE CONFIABILIDAD”	CA AIR - 121/135 - 002
		Versión: 01
		Página 5 de 20
		Fecha: XX/XX/2025

A medida que la industria creció, maduró, y adoptó aeronaves más complejas, la aplicación literal del proceso de mantenimiento primario "Hard-Time" se hizo más específica y solamente aplicable a algunos componentes. La industria se dio cuenta de que la mayoría de componentes y partes no requería de una reparación general programada sobre la base de un tiempo fijo, y un Segundo proceso primario de mantenimiento evolucionó, referido como "On-Condition". Este es asignado a componentes en los cuales una determinación de aeronavegabilidad continuada puede ser hecha por inspección visual, mediciones, pruebas o otros medios sin desensamblar, inspección o reparación general.

El control de estos programas por parte de la mayoría de las autoridades aeronáuticas mundiales había sido realizado mediante aprobación individual de períodos de chequeo "Hard Time" o "On-Condition" para las aeronaves, motores, y componentes. Los procedimientos utilizados para ajustar estos períodos eran difíciles y pesados, ocasionalmente inhibiendo ajuste local. Para aliviar esta situación, las autoridades aeronáuticas trabajaron con las aerolíneas para desarrollar métodos más sensibles de controlar el mantenimiento sin sacrificar la seguridad o la responsabilidad regulatoria de las Autoridades Regulatorias locales. Este método de control estaba orientado hacia el rendimiento mecánico en vez de la predicción de los puntos de falla por desgaste, como era el caso en los métodos previos. El Nuevo método fue titulado "Control de Confiabilidad" debido a que su mayor énfasis estaba dirigido hacia mantener los ratios de falla bajo un valor predeterminado; por ejemplo, un nivel aceptado de confiabilidad.

La naturaleza analítica del control de confiabilidad reveló y enfatizó la existencia de componentes y sistemas que no respondieron a los procesos de "Hard-Time" o "On-Condition". Esto lideró a un tercer proceso mediante el cual no se programan servicios ni inspecciones para determinar la integridad o serviciabilidad. Sin embargo, el rendimiento mecánico es monitoreado, y analizado y controlado con base al comportamiento del componente. Este proceso es titulado "Condition – Monitoring" (Monitoreo por Condición).

5 REGULACIONES RELACIONADAS

DINAC R 121.1115 (a) (5)

DINAC R 135.1415 (a) (5)

6 OTRAS REFERENCIAS

Reservado

7 MATERIA

7.1 GENERAL

Se pretende que las características de cada operador, por ejemplo, filosofía, consideración de factores operacionales y ambientales, sistemas de mantenimiento de registros, etc., estén reflejados en su propio programa. La extensión y el alcance de la aplicación de cada operador del control de confiabilidad está definido en su documento del programa de confiabilidad.

El proceso general del desarrollo del programa de mantenimiento tiene dos procesos diferentes dentro de él. El desarrollo inicial del programa de mantenimiento (line base) es la elaboración de las especificaciones de mantenimiento de la aeronave, y el análisis de confiabilidad recolecta datos asociados con la operación de la aeronave según el programa de mantenimiento. Este

	“PROGRAMA DE CONFIABILIDAD”	CA AIR - 121/135 - 002
		Versión: 01
		Página 6 de 20
		Fecha: XX/XX/2025

proceso mide la efectividad de aquellas tareas de mantenimiento mediante alertas a sistemas, componentes y estructuras cuyo rendimiento se aparta de sus niveles esperados.

Un programa de confiabilidad tiene dos funciones básicas. La primera es por medio de elementos de confiabilidad estadística, que proporcionan un resumen de la confiabilidad de la flota de aeronaves y así reflejar la efectividad de la manera en la cual el mantenimiento está siendo llevado a cabo. La segunda función es proporcionar información técnica importante y oportuna con la que el mejoramiento de la confiabilidad puede llevarse a cabo a través de cambios al programa o cambios a las prácticas para implementar esta información técnica. Las acciones resultantes de un programa de confiabilidad pueden ser para escalar o reducir tiempos, borrar o adicionar tareas de mantenimiento según sea necesario. En palabras más simples, un programa de confiabilidad mejora la seguridad de las operaciones de vuelo y optimiza los costos de mantenimiento.

Un programa de confiabilidad, en términos prácticos, es el monitoreo continuo, registro y análisis del funcionamiento y condición de los componentes y sistemas de la aeronave. Los resultados son entonces medidos o comprados contra niveles de comportamiento normal establecidos de modo que la necesidad de una acción correctiva puede ser evaluada y en caso necesario, pueden ser adoptadas.

Un buen programa de confiabilidad debe contener los medios para asegurar que la confiabilidad pronosticada pueda ser realmente alcanzada. Un programa, que sea general, podría carecer de los detalles necesarios para satisfacer los requerimientos de confiabilidad. No se pretende dar a entender que toda la información contenida en este documento debe estar en el programa de un operador, la idea es comprender que la filosofía operacional y las prácticas de gestión del programa, etc., son diferentes para cada operador; sin embargo, la información contenida en este documento puede ser aplicada a las necesidades específicas de cualquier operador, ya sea en un programa sencillo o un programa complejo. Todos los procedimientos asociados deben estar claramente definidos.

El programa de confiabilidad del operador requiere aprobación por parte de la DINAC y su aprobación es indicada en la página de control de revisiones del documento del programa de confiabilidad.

Existen cuatro categorías generales de un programa de mantenimiento de un operador:

- Sistemas / componentes.
- Plantas Motrices / componentes.
- Chequeos e inspecciones de Aeronave / Motor.
- Inspección Estructural / Overhaul.

Todas las cuatro pueden ser controladas por un programa compuesto, o cada una debe ser manejada individualmente. El programa puede abarcar un grupo selecto de elementos a partir de una categoría sin afectar otros controles para los elementos restantes de esa categoría. Por ejemplo, el motor básico puede ser mantenido por un programa que no incluya sus accesorios.

Los accesorios podrán estar en otro programa o podrán estar bajo el control tradicional de especificaciones de operación.

Aprobado por: Presidencia DINAC	Resolución XXX/2025	Fecha: XX/XX/2025
---------------------------------	---------------------	-------------------



El análisis estadístico es más efectivo en su aplicación a sistemas y componentes debido a que la ocurrencia de fallas puede ser rápidamente reducida a estadísticas significativas. Cuando las tasas de alerta están utilizadas en el análisis, diagramas gráficos (o visualizaciones equivalentes) muestran áreas en necesidad de acciones correctivas.

Opuestamente, análisis estadístico de hallazgos de inspección u otras anomalías relacionadas a períodos de chequeo e inspección de aeronave / motor requiere análisis de criterio. Por lo tanto, programas que abarquen intervalos de verificación o inspección de aeronave / motor deberán considerar indicadores numéricos, pero análisis de discrepancia e inspección de muestreo puede ser de mayor beneficio.

7.2 OBJETIVOS

Se debe incluir un párrafo que resuma tan preciso como sea posible el alcance y los objetivos principales del programa. Como mínimo este debe incluir lo siguiente:

- Reconocer la necesidad de adoptar acciones correctivas; y
- Establecer que acción correctiva es necesaria; y
- Determinar la efectividad de esa acción.

El alcance de los objetivos, debe estar directamente relacionada con la extensión del programa. El MPD del fabricante puede dar una guía de los objetivos y debe ser consultado en todos los casos. En el caso en donde algunos ítems tales como estructura de la aeronave, motores, APU, etc. sean controlados por programas separados, se debe hacer referencia cruzada en el programa con los procedimientos asociados (ejemplo, muestreo individual, programas de muestreo estructural del fabricante etc.).

En el Caso que el programa de mantenimiento este basado en MSG-3, el programa de confiabilidad debe proveer un monitoreo para determinar que todas las tareas relacionadas del programa de mantenimiento son efectivas y su periodicidad es la adecuada.

7.3 PROCESOS PRIMARIOS DE MANTENIMIENTO

Los tres procesos primarios de mantenimiento utilizados por programas de mantenimiento son:

1. Hard-Time (Tiempos Duros),
2. On-Condition (Por Condición), y
3. Condition-Monitoring (Monitoreo de Condición).

A continuación, se encuentran las descripciones generales de los tres procesos de mantenimiento. Cada programa deberá incluir definiciones específicas de los procesos que este usa y como son aplicados.

Proceso “Hard-Time” (HT). Este es un proceso primario de mantenimiento preventivo. Este requiere que un componente o parte sea periódicamente sometido a una reparación general de acuerdo con el manual de mantenimiento del transportador sobre las recomendaciones del Fabricante cuando sea removido de servicio.

	“PROGRAMA DE CONFIABILIDAD”	CA AIR - 121/135 - 002
		Versión: 01
		Página 8 de 20
		Fecha: XX/XX/2025

On Condition (OC). Este es un proceso primario de mantenimiento preventivo. Este requiere que un componente o parte sea periódicamente verificado o inspeccionado contra algún estándar físico apropiado para determinar si este puede continuar en servicio. El propósito del estándar es remover la unidad de servicio antes de falla durante la ocurrencia de operación normal en servicio.

Condition-Monitoring (Monitoreo de Condición) (CM). Este es un proceso de mantenimiento para elementos que no tienen tanto mantenimiento "Hard-Time" como "On-Condition", como sus procesos primarios de mantenimiento. CM es cumplido mediante medios apropiados disponibles para el operador para encontrar y resolver áreas de problemas.

En el Manual de Confiabilidad del Operador unidades complejas (multicelda) pueden estar sujetas a control por dos o inclusive todos los tres procesos primarios. El proceso predominante determinará su clasificación. Por ejemplo, el Control Estabilizador de Paquete Modular del B-747 tiene CM asignado como su proceso primario de mantenimiento mediante el reporte de MRB, pero una verificación de fugas, la cual es una tarea convencional de OC, también se encuentra especificada.

El motor básico posee características que involucran todos los tres procesos de mantenimiento primario.

Los programas que controlan los intervalos mayores entre reparaciones generales consideran el motor como una unidad hard-time. Los estándares de reparación general son especificados por manuales de reparaciones generales u otras publicaciones que no identifican procesos individuales como tales.

Programas controlando mantenimiento de taller a un estándar "condicional" (restauración, etc.) pueden clasificar el motor como "On-condition" o como "Condition Monitoring" (Monitoreo de Condición) dependiendo de las características del programa. Los procesos de mantenimiento aplicables y sus intervalos deben ser designados en (o referenciados por) el documento de programa. MSG2, el cual discute el método de análisis para asignar procesos de mantenimiento. Este método fue utilizado en la actividad de la junta de revisión de mantenimiento para los motores de los jets. Este método analítico, en conjunto con la experiencia en el servicio, puede ser aplicado a los motores convencionales.

7.4 DOCUMENTO PARA EL PROGRAMA DE CONFIABILIDAD

El operador debe desarrollar un documento describiendo al programa de confiabilidad. Este documento debe incluir al menos lo siguiente:

- Una descripción general del programa de confiabilidad.
- Aplicación del programa por tipo/modelo de flota de aeronaves, por matrícula o serie número, como sea apropiado.
- La estructura organizacional, deberes y responsabilidades.
- Procedimientos para establecer y revisar los estándares de rendimiento.
- Sistema de recolección de datos.
- Métodos para análisis de datos.
- Reporte y presentación de los datos.

Aprobado por: Presidencia DINAC	Resolución XXX/2025	Fecha: XX/XX/2025
---------------------------------	---------------------	-------------------



- Programa para acciones correctivas.
- Modificación al programa de mantenimiento.
- Definiciones de términos significativos usados en el programa de confiabilidad.
- Una copia y la explicación de todos los formatos utilizados en el programa.
- Control de revisión y aprobación de las revisiones al documento de programa de confiabilidad (ejemplo, listado de páginas efectivas, tabla de contenido etc)
- Copia y explicación de todos los formatos usados por el sistema
- Control de revisiones y certificación de revisiones al documento.

7.4.1 APROBACIÓN DEL PROGRAMA

o APROBACIÓN INICIAL

La aprobación inicial se realiza en revisión conjunta entre el funcionario de la DINAC y el representante del operador y esta se oficializa mediante una comunicación escrita de la aprobación. Igualmente quedará una copia del documento en la biblioteca técnica de la DINAC.

o APROBACIÓN DE REVISIÓN

Las revisiones que requieren aprobación formal quedarán sujetas a las mismas consideraciones tenidas en cuenta en la aprobación inicial. La mecánica de certificación de aprobación será como está definida en el documento.

7.5 SISTEMAS DE CONTROL DE CONFIABILIDAD

Los sistemas típicos utilizados en control de confiabilidad son:

1. Estructura Organizacional,
2. Recolección de datos,
3. Estándares de rendimiento,
4. Análisis de datos,
5. Reporte y presentación de datos,
6. Acciones correctivas,
7. Ajuste del intervalo de mantenimiento y cambio de procedimiento, y
8. Revisión del programa.

La intención de esta sección no es proporcionar una especificación rigurosa sino explicar el propósito de los sistemas los cuales el operador puede utilizar como un marco de trabajo para este programa en particular. Los siguientes párrafos discuten estos sistemas:

7.5.1 ADMINISTRACIÓN DEL PROGRAMA DE CONFIABILIDAD.

Se debe establecer la estructura organizacional y las responsabilidades del departamento para la administración del programa. Igualmente se deben definir las responsabilidades con respecto al programa, para individuos y departamentos (Ingeniería, producción, calidad, operaciones, etc.) conjuntamente con la información y funciones de cualquier comité para el

	“PROGRAMA DE CONFIABILIDAD”	CA AIR - 121/135 - 002
		Versión: 01
		Página 10 de 20
		Fecha: XX/XX/2025

control del programa (Comité de confiabilidad). Se debe considerar la participación de la autoridad en las reuniones de confiabilidad periódicas.

La conformación del grupo de administración puede variar considerablemente de un operador a otro. Esta puede tener una junta técnica que analice las deterioraciones de rendimiento y las investigaciones de taller para tomar determinaciones que puedan ser actuadas por una junta administrativa. Las dos juntas pueden ser combinadas si sirve para mejorar las necesidades de un operador en particular. La junta tipo de administración deberá sostener reuniones programadas con algún intervalo específico y deberá proporcionar un procedimiento para citar a junta en cualquier momento; que se requiera tomar una decisión.

En lugar de una junta formal, los operadores con suficiente capacidad operacional los cuales puedan incluir una función de ingeniería sólida pueden administrar su programa asignado responsabilidades apropiadas a cada elemento organizacional. En este tipo de arreglo, la responsabilidad por la operación del programa deberá ser asignada a una persona o área específica de la organización del operador.

Los procedimientos para operar cada uno de los sistemas descritos anteriormente son esenciales para el éxito del programa. Estos procedimientos deben ser incorporados en secciones apropiadas del manual del sistema del operador. Esto le proporcionará a cada elemento organizacional, y a los individuos relacionados, instrucciones referentes a su parte dentro del programa. Deberán utilizarse formatos diligenciables, como sea necesario, para facilitar y documentar transacciones recurrentes que involucren varios elementos tales como:

- Cambios de un proceso de mantenimiento a otro,
- Análisis de sistemas subestándar o rendimiento mecánico de componentes,
- Análisis de desensamble de taller para propósitos de monitoreo de condición o Ajuste de frecuencia de reparación general, etc., y
- Muestreo de inspección para verificación o inspección de ajuste de aeronaves

7.5.2 SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se deben listar las fuentes de información y los procedimientos para la transmisión de esta desde las mismas fuentes, así como el procedimiento para la recolección y la recepción de la información, este debe ser detallado y deberá incluir el uso de formas, ejecuciones en computador, etc. Deberán ser establecidas las responsabilidades dentro de la organización del operador para cada paso de desarrollo de datos y procesamiento.

El tipo de información a ser recolectada, debe estar relacionada con los objetivos del programa. Algunos sistemas de las aeronaves funcionan aceptablemente después fallas de un componente específico o subsistema. Los reportes en tales fallas de esos sistemas, no obstante, actúan como una fuente de información que puede usarse también como la base de acción para prevenir la recurrencia de dichas fallas, o para controlar el rango de las fallas.

Las siguientes son fuentes típicas de información de rendimiento, sin embargo, no está implicado que todas estas fuentes necesiten ser incluidas en el programa; como tampoco este listado hace prohibitivo el uso de otras fuentes de información:

- Reportes Del Piloto.
- Registros técnicos.

	“PROGRAMA DE CONFIABILIDAD”	CA AIR - 121/135 - 002
		Versión: 01
		Página 11 de 20
		Fecha: XX/XX/2025

- Terminales de acceso de mantenimiento en la aeronave/sistema de lectura de mantenimiento a bordo de la aeronave.
- Hojas de trabajo de mantenimiento.
- Informes de los talleres.
- Reportes sobre chequeos funcionales.
- Reportes de inspecciones especiales.
- Reportes/emisiones del almacén.
- Informes de seguridad aérea.
- Reportes sobre demoras técnicas e incidentes.
- Datos de rendimiento en vuelo.
- Interrupciones mecánicas / retrasos.
- Cortes de motor.
- Remociones no programadas.
- Fallas confirmadas.
- Verificaciones funcionales.
- Verificaciones en banco.
- Investigaciones de taller.
- Inspecciones de muestreo.
- Reportes de inspección.
- Reportes de dificultad en servicio (MRR).
- Otras fuentes: ETOPS, RVSM, y operaciones CAT II/III

7.5.3 SISTEMAS ESTÁNDARES DE RENDIMIENTO.

Los estándares de rendimiento/alertas requieren criterios de ingeniería para su aplicación y normalmente se aplica al monitoreo de componentes, reportes de los pilotos (PIREPS) etc. un nivel de alerta de confiabilidad (o título equivalente, por ejemplo, estándar de rendimiento, nivel de control, índice de confiabilidad, límite superior) es puramente un indicador, que cuando se supera indica que ha habido un deterioro evidente en el patrón de comportamiento normal de este ítem con el que está asociado. Cuando un nivel es excedido se debe realizar una evaluación para determinar si se debe tomar una acción correctiva. Es importante darse cuenta que los niveles de alerta no son niveles mínimos aceptables de aeronavegabilidad. Cuando los niveles de alerta están basados en un periodo representativo de operación segura (durante la cual las fallas pudieron haberse presentado) estos pueden ser considerados como una forma de protección contra el deterioro de los objetivos de diseño de la aeronave en términos de la disponibilidad de la función del sistema. En el caso que un sistema este diseñando con una filosofía de redundancia múltiple no se debe malinterpretar que, como existe redundancia, un incremento en el rango de la falla puede siempre ser tolerado sin que sean tomadas acciones correctivas.

- **Estableciendo los Niveles de Alerta**

Los niveles de alerta deben, en lo posible, estar basados en el número de eventos, los cuales han ocurrido durante un periodo representativo de operación segura de la flota de aeronaves.

Aprobado por: Presidencia DINAC	Resolución XXX/2025	Fecha: XX/XX/2025
---------------------------------	---------------------	-------------------

	“PROGRAMA DE CONFIABILIDAD”	CA AIR - 121/135 - 002
		Versión: 01
		Página 12 de 20
		Fecha: XX/XX/2025

Estos deben ser actualizados periódicamente para reflejar la experiencia de operación, mejoramiento del producto, cambios en los procedimientos, etc.

Cuando se establecen los niveles de alerta basados en la experiencia de operación, el periodo normal de operación tomado es entre uno y dos años dependiendo del tamaño de la flota y la utilización. Los niveles de alerta usualmente deben ser calculados de tal manera que se adecuen a los eventos registrados en un periodo de operación de un mes o de tres meses. Las flotas grandes generaran información suficiente más rápidamente que las flotas pequeñas.

Cuando hay experiencia insuficiente de operación o cuando un programa está siendo establecido para un tipo de aeronave nuevo, las siguientes aproximaciones pueden ser usadas:

- Para un nuevo tipo de aeronave, durante los primeros dos años de operación, los niveles de alerta deben ser establecidos en relación con el titular del certificado tipo de la aeronave y las experiencias de los operadores ya sea su caso y deben estar cercanamente monitoreados para su efectividad durante el proceso de inducción. Los datos del programa deben almacenarse para su uso futuro.
- Para un tipo de aeronave establecido con un nuevo operador, la experiencia de los otros operadores puede ser utilizado hasta que el nuevo operador acumule un periodo suficiente de su propia experiencia. Alternativamente, la experiencia ganada de la operación de un modelo de aeronave similar puede ser usada.
- Mientras se configuran los niveles de alerta para los últimos diseños de aeronaves, los valores computados basados en el grado del sistema y la confiabilidad asumida del componente en servicio en el diseño de la aeronave también se puede usar. Estos valores computados son normalmente citados en términos del MTBUR (Mean Time Between Unscheduled Removals) o MTBF (Mean Time Between Failure), para ambos, componentes individuales y sistemas completos. Estas predicciones iniciales deben ser reemplazadas cuando experiencia suficiente en servicio haya sido acumulada.

Existen varios métodos reconocidos para calcular los niveles de alerta, de los cuales cualquiera pueda ser usado, siempre que el método elegido este plenamente definido en la documentación del programa del operador.

● **Recalculo de los niveles de alerta**

Tanto el método usado para establecer un nivel de alerta y como el periodo de calificación asociado, aplican cuando el nivel es recalculado para reflejar la experiencia de operación actual. Sin embargo, si durante el periodo entre el recalculo de un nivel de alerta, se experimenta un cambio significativo en la confiabilidad de un ítem el cual puede estar relacionado a la introducción de una acción conocida (ejemplo, modificación, cambios en el mantenimiento o procedimientos de operación) entonces el nivel de alerta aplicables a ese ítem debe ser reevaluado y revisado en los datos posteriores al cambio.

Los procedimientos para los cambios en los niveles de alerta deben estar señalados en el programa de confiabilidad aprobado y los procedimientos, periodos y condiciones para el recalculo deben estar definidos en cada programa.

El desarrollo de límites de control o valores de alerta esta usualmente basado en métodos de estadísticas aceptadas tales como desviación estándar o la aplicación de la fórmula de distribución de Poisson. Sin embargo, algunas aplicaciones utilizan el método del promedio o

	“PROGRAMA DE CONFIABILIDAD”	CA AIR - 121/135 - 002
		Versión: 01
		Página 13 de 20
		Fecha: XX/XX/2025

la línea base. El estándar debe ser ajustable con referencia a la experiencia del operador y debe reflejar las consideraciones estacionales y de entorno. También deberá incluir procedimientos de monitoreo para aeronaves nuevas hasta que se tenga la suficiente experiencia de operación y esté disponible para calcular los estándares de rendimiento.

Un programa de confiabilidad puede estar basado en dos tipos de estándares de rendimiento, los cuales se explican a continuación:

- Programas incorporando estándares de rendimiento estadísticos (programa de tipo de alertas) los programas de confiabilidad desarrollados bajo los criterios previos de mantenimiento por confiabilidad utilizan parámetros para análisis de confiabilidad tales como retrasos por 100 decolajes para el sistema de una aeronave. Ellos incorporan estándares de rendimiento como esta descrito en esta sección. Estos estándares definen un rendimiento aceptable. Cuando son comparados con un gráfico ejecutado o una presentación tabulada del rendimiento actual ellos ilustran tendencias como también muestran condiciones fuera de límites. El sistema de datos de rendimiento esta usualmente reforzado por remoción de componentes o datos confirmados de falla. El proceso de monitoreo por condición puede ser fácilmente acomodado por este tipo de programa.
- Programas Utilizando Otros Estándares de Análisis (Programas del tipo no alerta). Para asistir en la operación día a día del programa de mantenimiento pueden ser usados efectivamente como bases para análisis de rendimiento mecánico continuo. Los resúmenes de interrupción mecánica, revisión de la bitácora de vuelo, reportes de monitoreo de motor, reportes de incidentes, reportes de análisis de motor y componentes son ejemplos de los tipos e información deseables para este método de monitoreo. Para que esta información sea efectiva, el número y rango de entradas debe ser suficiente para proporcionar una base para análisis equivalente a los programas de estándares estadísticos. La organización del operador debe tener la capacidad de resumir los datos para llegar a conclusiones significativas. También, análisis actualizados deben ser conducidos periódicamente para asegurar que las clasificaciones actuales de los procesos son correctas.

7.5.4 SISTEMA DE ANÁLISIS DE DATOS.

Los procedimientos de análisis de datos deben ser de tal manera que permitan controlar los ítems que son medidos por medio del programa. También deben facilitar el reconocimiento, diagnóstico y registro de los problemas importantes. Todo el proceso debe ser tal que permita realizar una evaluación crítica de la eficacia del programa como una actividad total. Este proceso puede consistir en:

- Comparaciones de la confiabilidad operacional con los estándares establecidos (en el periodo inicial estos pueden ser obtenidos de la experiencia durante el servicio de equipo similar de tipos de aeronaves).
- Análisis e interpretación de tendencias.
- La evaluación de defectos repetitivos.
- Pruebas de confiabilidad de resultados esperados y alcanzados.
- Estudios de bandas de vida y características de sobrevivencia.
- Predicciones de confiabilidad.

Aprobado por: Presidencia DINAC	Resolución XXX/2025	Fecha: XX/XX/2025
---------------------------------	---------------------	-------------------

	“PROGRAMA DE CONFIABILIDAD”	CA AIR - 121/135 - 002
		Versión: 01
		Página 14 de 20
		Fecha: XX/XX/2025

- Otros métodos de evaluación.

El rango y profundidad de los análisis y la interpretación de ingeniería deben estar relacionados al programa particular y las facilidades disponibles. Lo siguiente debe ser tenido en cuenta:

- Defectos de vuelo y reducciones en la confiabilidad operacional.
- Defectos que ocurren en la línea y en la base principal.
- Deterioro observado durante el mantenimiento de rutina.
- Hallazgos en las facilidades de los talleres y en Overhaul.
- Modificación de las evaluaciones.
- Programas de muestreo.
- La adecuación del equipamiento de mantenimiento y las publicaciones técnicas
- La efectividad de los procedimientos de mantenimiento.
- Entrenamiento del personal.
- Boletines de servicio (SB), Instrucciones técnicas etc.

Cuando el operador se base en mantenimiento contratado y/o Talleres aeronáuticos de reparación como una entrada de información al programa, los arreglos para la disponibilidad y continuidad de tal información deben estar establecidos y los detalles deben estar incluidos.

En resumen, el objetivo del análisis de datos es

- Reconocer la necesidad de la acción correctiva,
- Establecer que acción correctiva se necesita, y
- Determinar la efectividad de esa acción.

7.5.5 SISTEMA DE REPORTE Y VISUALIZACIÓN DE DATOS.

La información mostrada debe proveer al operador y a la DINAC una indicación de la confiabilidad de la flota de aeronaves. Deben estar establecidos los parámetros que rigen cualquier separación o descarte de información antes de su incorporación en estas visualizaciones y reportes.

El formato, frecuencia de preparación y la distribución de las visualizaciones y reportes deben estar detallados completamente en la documentación del programa.

En el caso que los estándares o los niveles de alerta estén incluidos en el programa la información mostrada debe estar orientada de acuerdo a esto.

Operadores con programas que incorporen estándares de rendimiento estadístico (programas del tipo alerta) deberán desarrollar un reporte mensual, con presentación de datos apropiada, resumiendo la actividad del mes previo.

El reporte debe cubrir todos los sistemas de la aeronave controlados por el programa, con suficiente profundidad para permitir que los receptores del reporte evalúen la efectividad del

Aprobado por: Presidencia DINAC	Resolución XXX/2025	Fecha: XX/XX/2025
---------------------------------	---------------------	-------------------

	“PROGRAMA DE CONFIABILIDAD”	CA AIR - 121/135 - 002
		Versión: 01
		Página 15 de 20
		Fecha: XX/XX/2025

programa total de mantenimiento. Este deberá resaltar los sistemas los cuales han excedido los estándares de rendimiento establecidos y discutir que acción ha sido tomada o planeada.

- **Presentación de información a la DINAC**

La siguiente información debe ser enviada a la DINAC en los reportes periódicos cuando aplique.

- **Resumen de confiabilidad de flota.**

Este resumen relaciona a todas las aeronaves del mismo tipo, y debe contener la siguiente información para el periodo de reporte definido.

- Numero de aeronaves en la flota.
- Número de aeronaves en servicio.
- Número de días operativos (menos chequeos de mantenimiento).
- Número total de horas de vuelo.
- Utilización diaria promedio por aeronave.
- Duración de vuelo promedio.
- Número total de ciclo/aterrizajes
- Número total de demoras/cancelaciones.
- Incidentes técnicos.

- **Confiabilidad de despacho (demoras y cancelaciones técnicas de la aeronave).**

Todas las demoras técnicas de más de 15 minutos y cancelaciones de vuelo, debidas a fallas técnicas deben ser reportadas. El reporte debe incluir la tasa de demora/cancelación para el periodo de reporte definido, la tasa promedio dinámica de trimestral y donde sea apropiado, el nivel de alerta. El operador debe presentar la información para un periodo mínimo de 12 meses consecutivos, pero no necesita repetir las ocurrencias en una forma descriptiva.

- **Desviaciones en vuelo debido a un mal funcionamiento técnico o fallas (conocidas o sospechadas)**

Todas las desviaciones en vuelo debido a un mal funcionamiento técnico o fallas (conocidas o sospechadas) deben ser reportadas mediante un sistema de reporte de dificultad en servicio, un resumen de todas las desviaciones técnicas en vuelo debe ser provisto con el reporte. Si el resumen referencia los reportes de dificultad en servicio, entonces no necesitan repetir las ocurrencias en una forma descriptiva.

- **Corte de motor en vuelo (IFSD) y embanderamiento de la hélice.**

Todos los IFSD y sus tasas o embanderamiento de la hélice en vuelo, si aplica, deben ser enlistada por el tipo de motor y aeronave para el periodo reportado, deben ser presentados y reportados en una forma gráfica. Si esta información referencia los reportes de dificultad en servicio, entonces no necesitan repetir las ocurrencias en una forma descriptiva.

	“PROGRAMA DE CONFIABILIDAD”	CA AIR - 121/135 - 002
		Versión: 01
		Página 16 de 20
		Fecha: XX/XX/2025

- **Incidentes que involucren inhabilidad para controlar el motor u obtener la potencia deseada.**

Todos los incidentes que envuelvan inhabilidad para controlar el motor o la capacidad de obtener la potencia deseada que ocurran durante el periodo de reportes, deben ser reportados y presentados en una forma gráfica. Si esta información referencia los SDR's, entonces no necesitan repetir las ocurrencias en una forma descriptiva.

- **Remociones no programadas de motor debido a fallas técnicas.**

Todas las tasas y remociones no programadas de motor debido a fallas técnicas, enlistadas por tipo de motor y aeronave para el periodo reportado, deben ser presentadas y reportadas en una forma gráfica. Si esta información referencia los reportes de dificultad en servicio, entonces no necesitan repetir las ocurrencias en una forma descriptiva.

- **Remociones de componentes no programadas.**

Todas las remociones no programadas de componentes significativas de mantenimiento, por capítulo ATA para el periodo reportado, deben ser presentados y reportados en una forma gráfica. Algunos operadores pueden monitorear cientos de componentes y no podría ser factible para ellos graficar todos los datos.

El formato de la información de remoción de componentes debe ser tal que:

- tanto las remociones no programadas como las tasas de fallas confirmadas deben ser comparadas con niveles de alerta; y
- se deben comparar periodos de operación actuales y pasados.

- **Operación de aeronaves con múltiples ítems utilizados del MEL**

Un reporte periódico de confiabilidad debe incluir un reporte de tendencia de despacho de aeronaves con múltiples ítems utilizados del MEL y deben presentar la información para un periodo mínimo de 12 meses.

- **Reportes de piloto PIREPS**

Los reportes de piloto deben ser reportados a la DINAC por capítulos ATA en formas gráficas y/o tabulares como un conteo y con la tasa para el periodo de tiempo definido, y una comparación con respecto al nivel de alerta. Hay que tener en cuenta que algunos tipos de defectos reportados por el piloto de la aeronave no son un indicador de confiabilidad. En tales situaciones, el reporte de los PIREPS no es necesario.

- **Operaciones específicas ETOPS**

En adición a los requerimientos de reportes de confiabilidad no ETOPS la siguiente información debe ser provista para operaciones ETOPS

- Número de vuelos ETOPS durante el periodo definido.
- Tipo/combinación de aeronave/motor ejemplo, B767/CF6-80C2.

	“PROGRAMA DE CONFIABILIDAD”	CA AIR - 121/135 - 002
		Versión: 01
		Página 17 de 20
		Fecha: XX/XX/2025

- Detalles de la aeronave involucrada en el programa durante el ciclo de reporte.
- Tiempo y ciclos promedio de utilización de la flota y durante el ciclo de reporte.
- Fallas de componentes críticos ETOPS, por ATA. Sin embargo, reportes de falla de sistemas críticos ETOPS también son aceptables.

Los reportes deben explicar cambios que se le han hecho o planeado en el programa de mantenimiento de la aeronave, incluyendo cambios en mantenimiento e intervalos de tareas y cambios de un proceso de mantenimiento a otro. Estos también deben discutir condiciones de sobre alerta de los reportes anteriores y debe reportar el progreso de los programas de acciones correctivas.

- Programas que utilicen otros estándares analíticos (programas del tipo no alerta) deberán consolidar o resumir reportes significantes utilizados en controlar su programa para proporcionar evaluación de su efectividad. Estos reportes pueden ser en la forma de impresiones de computador, resúmenes, o cualquier otra forma legible. Un programa típico de esta modalidad reporta la siguiente información:
 - Resumen de Interrupción Mecánica (MIS).
 - Reportes de Confiabilidad Mecánica (MRR).
 - Listado de todos los programas de mantenimiento e intervalos de asignación. (Especificación Maestra)
 - Actualización semanal a la anterior.
 - Listado diario de elementos repetitivos (por aeronave).
 - Reporte de remoción prematura de componentes mensual (incluye rata de remoción).
 - Reporte mensual de cortes de motor y remoción.
 - Informe trimestral de análisis de confiabilidad del motor.
 - Reporte de Ajuste del Umbral del Motor.
 - Hojas de trabajo para procesos de mantenimiento e intervalos de cambio previa aprobación de la DINAC

7.5.6 SISTEMA DE ACCIÓN CORRECTIVA.

Las acciones a ser tomadas deberán ser un reflejo del análisis y ser lo suficientemente positivos para restaurar efectivamente el rendimiento a un nivel aceptable dentro de un tiempo aceptable. El sistema debe incluir notificación al elemento organizacional responsable para tomar dicha acción. El sistema deberá proporcionar retroalimentación periódica hasta que tal tiempo como el rendimiento hayan alcanzado niveles aceptables. La mecánica del sistema de acción correctiva normalmente abarca métodos que han sido establecidos para el programa de mantenimiento global tales como formas de trabajo, procedimientos especiales de inspección, órdenes de ingeniería, estándares técnicos, etc. Provisiones especiales deberán

	“PROGRAMA DE CONFIABILIDAD”	CA AIR - 121/135 - 002
		Versión: 01
		Página 18 de 20
		Fecha: XX/XX/2025

ser incluidas para fallas críticas; por ejemplo, fallas en las cuales la pérdida de la función o efectos secundarios de la falla disminuyan la aeronavegabilidad de la aeronave.

Los procedimientos y las escalas de tiempo para implementar las acciones correctivas y para monitorear los efectos de la acción debe estar complemente definidas. Las acciones correctivas deben corregir cualquier reducción en la confiabilidad revelada por el programa y puede tener la forma de:

- Cambios al mantenimiento, procedimientos operacionales o técnicas.
- Cambios en el mantenimiento que involucren frecuencias y contenidos de inspecciones, chequeos funcionales, requerimientos de overhaul y tiempos limites, lo cual requerirá modificación de los periodos de mantenimiento programado o tareas en el programa de mantenimiento aprobado. Esto puede incluir escalación o disminución de los tiempos de las tareas, adición, modificación o eliminación de las tareas.
- Revisiones a los manuales aprobados/aceptados (ejemplo, manual general de mantenimiento).
- Inicio de modificaciones.
- Inspecciones especiales o campañas de flotas.
- Aprovisionamiento de repuestos.
- Entrenamiento del personal.
- Planificación de la mano de obra y equipos.

Nota: algunas de las acciones correctivas mencionadas arriba podrían necesitar la aprobación de la DINAC antes de su implementación.

Los procedimientos para efectuar cambios al programa de mantenimiento deben estar descritos, la documentación asociada debe incluir una fecha de finalización prevista para cada acción correctiva, cuando sea aplicable.

7.5.7 SISTEMA DE INTERVALOS DE MANTENIMIENTO Y CAMBIO DE PROCESOS.

Una de las mayores características de los programas de control de confiabilidad es que ellos proporcionan al operador medios formales de ajuste de los intervalos de mantenimiento / inspección / reparación general con aprobación previa de la DINAC. Esto no exime al operador de su responsabilidad para los efectos de un programa seguro de Mantenimiento. Los procedimientos para el ajuste de los programas de mantenimiento deberán ser incluidos en el programa.

La DINAC podría autorizar al operador implementar cambios al programa de mantenimiento derivados del programa de confiabilidad cuando está convencida que:

- El programa de confiabilidad monitorea el contenido del programa de mantenimiento aprobado en una manera integral, y
- Los procedimientos asociados con el funcionamiento del “Grupo de Confiabilidad” proveen la seguridad que el operador ejerce el control apropiado sobre la validación interna de tales cambios.

Aprobado por: Presidencia DINAC	Resolución XXX/2025	Fecha: XX/XX/2025
---------------------------------	---------------------	-------------------

	“PROGRAMA DE CONFIABILIDAD”	CA AIR - 121/135 - 002
		Versión: 01
		Página 19 de 20
		Fecha: XX/XX/2025

Los ajustes de intervalos de mantenimiento no deberán interferir con una acción correctiva en curso. Procedimientos especiales para escalar sistemas o componentes cuyo rendimiento actual exceda los límites de control deberán ser implementados y utilizados previa autorización de la DINAC.

Algunas consideraciones típicas para ajustar intervalos “Hard-Time” y “On- condition” son como sigue; sin embargo, no implica que todos estos factores sean considerados para cada caso:

- Muestreo
- Estudios.
- Rendimiento de Unidad.
- Conclusiones del inspector o taller.
- Reportes del piloto

Los métodos para ajustar los intervalos de chequeo de aeronave / motor deberán ser incluidos si el programa controla estos intervalos y los criterios de muestreo deberán ser especificados.

El sistema deberá incluir procedimientos para la clasificación inicial del proceso de mantenimiento (HT - OC - CM) y para cambios de un proceso a otro.

Deberá también incluir autoridad y procedimientos para cambiar esta parte del Programa de Mantenimiento y los documentos relacionados deberán reflejar el intervalo de ajuste o el cambio del proceso primario.

7.5.8 SISTEMA DE REVISIÓN DEL PROGRAMA.

El programa debe incluir un procedimiento para revisión el cual sea compatible con las aprobaciones de esta circular. El procedimiento deberá identificar elementos organizacionales involucrados en el proceso de revisión y su autoridad. Las áreas del programa que requieren aprobación formal de la DINAC incluyen cualquier cambio al programa que involucre:

- Procedimientos que se relacionen con la medición / rendimiento de estándares de confiabilidad.
- Sistema de recolección de datos.
- Métodos de análisis de datos y aplicación al programa total de mantenimiento Cambios de procesos:
 - Para programas que incorporan estándares de rendimiento estadísticos (programas del tipo alerta) procedimientos para transferir componentes o sistemas a partir de un proceso primario de mantenimiento a otro.
 - Para programas que utilizan otros estándares de análisis, (programas del tipo no alerta), cambio de sistemas o componentes a partir de un proceso de mantenimiento primario a otro.

	“PROGRAMA DE CONFIABILIDAD”	CA AIR - 121/135 - 002
		Versión: 01
		Página 20 de 20
		Fecha: XX/XX/2025

- Adicionar o eliminar sistemas / componentes.
- Adicionar o eliminar tipos de aeronaves.
- Todos los cambios organizacionales o de procedimientos concernientes a la administración del programa

7.5.9 PROGRAMAS DE CONFIABILIDAD CONTRATADO.

Mientras que la regulación le requiera al operador que presente a la DINAC un programa de mantenimiento para sus aeronaves el cual debe incluir el programa de confiabilidad asociado, es entendible que el operador podría delegar algunas funciones a la organización de mantenimiento contratada, siempre que la organización demuestre tener los conocimientos adecuados.

Las funciones que podrían ser delegadas a la organización de mantenimiento son:

- Desarrollo del mantenimiento de las aeronaves y la confiabilidad
- Desarrollo de la recolección y el análisis de los datos de confiabilidad.
- Elaboración de los informes de confiabilidad; y
- Proponer acciones correctivas al operador.

A pesar de lo anterior la decisión de implementar una acción correctiva (o la decisión de solicitar a la DINAC la autorización para aplicar una acción correctiva) sigue siendo la responsabilidad y prerrogativa del operador. La decisión de no aplicar una acción correctiva debe ser justificada y documentada.

Los contratos entre el operador y la organización de mantenimiento contratada deben estar especificados en el contrato de mantenimiento y en el MCM y en el manual de procedimientos de la organización de mantenimiento.

